



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНСТИТУТ МИРОВОГО ОКЕАНА (ШКОЛА)

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП
Мехатроника и робототехника

В.Ф. Филаретов
(Ф.И.О. рук. ОП)

«29» ноября 2022 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента
автоматики и робототехники

В.Ф. Филаретов
(Ф.И.О.)

«29» ноября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТАМИ»

Направление подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника
магистерская программа «Мехатроника и робототехника (совместно с ИАПУ ДВО РАН)»
Форма подготовки очная

Курс 1 семестр 2
лекции 18 час.
практические занятия 36 час.
лабораторные работы 18 час.
в том числе с использованием МАО лек. 6 /пр. 12/ лаб. 6 час.
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.
в том числе с использованием МАО 0 час.
самостоятельная работа 36 час.
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.
контрольные работы – не предусмотрено учебным планом
курсовой проект
зачет – не предусмотрено учебным планом
экзамен 2 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 14 августа 2020 г. №1023.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента автоматизации и робототехники, протокол № 4 от «29» ноября 2022 г.

Директор департамента В.Ф. Филаретов
Составитель (ли): к.т.н., доцент А.В. Зуев

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Аннотация дисциплины «Системы управления роботами»

Дисциплина «Системы управления роботами» реализуется на 1 курсе направления подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника», магистерская программа «Мехатроника и робототехника (совместно с ИАПУ ДВО РАН)». Дисциплина входит в обязательную часть Блока Б1 Дисциплины (модули) учебного плана (Б1.О.05).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 часа (4 з.е.). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), практические занятия (36 часов), лабораторные работы (18 часов) и самостоятельная работа студента (72 часа, в том числе 36 часов на экзамен). Предусмотрен курсовой проект. Дисциплина реализуется на 1 курсе во 2 семестре. Форма контроля – экзамен.

Освоение данной дисциплины как предшествующей необходимо при изучении следующих дисциплин: «Информационные системы в мехатронике и робототехнике», «Компьютерные технологии управления в мехатронных системах», «Подводная робототехника» и «Методы искусственного интеллекта в мехатронике и робототехнике».

Целью освоения дисциплины является выработка у студентов навыков использования современных подходов к синтезу высококачественных адаптивных и интеллектуальных систем управления роботами различного вида и назначения.

Задачи дисциплины:

1. Научить студентов правильно использовать основные термины и понятия в области СУ роботов.
2. Формирование навыков получения математических моделей различных робототехнических систем (РС).
3. Формирование практических навыков анализа сложных РС.
4. Ознакомление с современными подходами к синтезу СУ РС различного вида и назначения.

Для успешного изучения дисциплины «Системы управления роботами» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;
- владение физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (элементы компетенций).

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции выпускник	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Общепрофессиональные навыки	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Представляет современную естественнонаучную картину мира ОПК-1.2 Применяет общетехнические знания и методы в профессиональной деятельности
	ОПК-9 Способен разрабатывать и осваивать новое технологическое оборудование	ОПК-9.1 Разрабатывает и внедряет новое технологическое оборудование
	ОПК-11 Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием	ОПК-11.1 Разрабатывает алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем в соответствии с техническим заданием ОПК-11.2 Применяет алгоритмы и

	стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматизации, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем	современные цифровые программные методы расчетов и проектирования робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматизации, измерительной и вычислительной техники
--	---	---

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Системы управления роботами» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: «практическое занятие – развернутая беседа» с обсуждением решенной задачи, «диспут на лекции».

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел I. Методы синтеза систем управления для манипуляционных роботов. (18 час.)

Тема 1. Синтез систем управления манипуляционными роботами (МР) для стабилизации их динамических свойств и показателей качества работы на номинальном уровне. (4 час.)

Определение и исследование динамических свойств и характеристик МР. Синтез самонастраивающихся корректирующих устройств для управления электроприводами различных МР.

Тема 2. Системы формирования скорости движения рабочих инструментов МР по гладким пространственным траекториям. (4 час.)

Обзор существующих подходов к формированию скоростей движения МР. Разработка метода управления скоростью движения простейшего манипулятора с настройкой по амплитудно-частотным характеристикам. Синтез адаптивных систем управления скоростями вращения электроприводов МР с использованием АЧХ. Синтез адаптивной системы

формирования предельно высокой скорости движения многозвенных МР по произвольным траекториям с учетом ограничений по напряжениям и токам в их электроприводах. Системы автоматического управления скоростью движения схвата МР по сложным пространственным траекториям на основе информации о текущей точности этого движения.

Тема 3. Разработка методов синтеза систем позиционно-силового и скоростного силового управления многозвенными МР с различными кинематическими схемами. (5 час.)

Анализ подходов и методов синтеза позиционно-силовых систем управления. Особенности синтеза комбинированных позиционно-силовых систем управления МР. Синтез комбинированных позиционно-силовых систем управления многозвенными МР. Синтез системы управления манипуляторами типа SCARA, используемых при обработке боковых поверхностей заготовок произвольной формы.

Тема 4. Особенности автоматического выполнения технологических операций при обработке различных деталей с помощью многозвенных МР (5 час.)

Построение трехмерных моделей обрабатываемых деталей с помощью систем технического зрения. Методы совмещения пространственных моделей деталей с их САД-моделями. Построение траекторий движения рабочих инструментов многозвенных МР в процессе обработки закрепленных деталей.

Раздел II. Методы синтеза систем управления для подводных роботов. (18 час.)

Тема 1. Метод синтеза децентрализованных систем управления подводными роботами (ПР). (6 час.)

Математическая модели ПР. Математическая модель движителей. Декомпозированная модель пространственного движения ПР. Синтез локальной подсистемы управления движителями. Синтез адаптивных систем

с переменной структурой для управления скоростью движения ПР. Синтез контура управления пространственным положением и ориентацией ПР.

Тема 2. Методы автоматического формирования программных сигналов движения ПР на основе нового принципа управления.

Проблемная лекция (6 час.)

Список проблемных вопросов: 1) описание особенностей движения ПР по заданным пространственным траекториям; 2) метод автоматического формирования программной скорости движения ПР; 3) метод автоматической коррекции программной траектории движения.

Тема 3. Методы стабилизации ПР в процессе выполнения манипуляционных операций. (6 час.)

Особенности определения воздействий со стороны водной среды на движущийся в ней МР. Синтез комбинированной автоматической системы стабилизации ПР в заданной точке пространства. Системы автоматического управления режимами движения рабочих органов подводных МР.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (36 час.) 12

Занятие 1. Получение математической модели трехстепенного МР.

Практическое занятие проводится в виде развернутой беседы. (6 час.)

Производится вывод и анализ математической модели трехстепенного МР.

Занятие 2. Синтез самонастраивающегося корректирующего устройства для управления электроприводом трехстепенного МР. (6 час.)

Производится синтез самонастраивающегося корректирующего устройства для управления электроприводом трехстепенного МР.

Занятие 3. Синтез комбинированной позиционно-силовой системы управления трехстепенным МР. (6 час.).

Производится синтез комбинированной позиционно-силовой системы управления трехступенным МР.

Занятие 4. Построение математической модели ПР. Практическое занятие проводится в виде развернутой беседы. (6 час.).

Производится вывод и анализ математической модели ПР.

Занятие 5. Синтез децентрализованной системы управления ПР (6 час.).

Производится синтез децентрализованной системы управления ПР.

Занятие 6. Синтез комбинированной автоматической системы стабилизации ПР в заданной точке пространства. (6 час.).

Производится поэтапный синтез комбинированной автоматической системы стабилизации ПР в заданной точке пространства.

Лабораторные работы (18 час.)

Лабораторная работа 1. Разработка и исследование высококачественной системы автоматического управления скоростью движения схвата трехступенного МР (9 час.)

В ходе выполнения задания студентам предстоит произвести синтез и исследование в программе MATLAB The Language of Technical Computing «язык технических вычислений» системы автоматического управления скоростью движения схвата трехступенного МР.

Лабораторная работа 2. Разработка и исследование высококачественной децентрализованной системы управления ПР. (9 час.)

В ходе выполнения задания студентам предстоит произвести синтез и исследование в программе MATLAB The Language of Technical Computing «язык технических вычислений» высококачественной децентрализованной системы управления ПР.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Системы управления роботами» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

рекомендации по самостоятельной работе студентов;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Синтез систем управления МР для стабилизации их динамических свойств и показателей качества работы на номинальном уровне.	ОПК-1	знает	дискуссия	экзамен, вопросы 1-2 из перечня типовых вопросов
			умеет	практическая работа	экзамен, курсовая работа
			владеет	курсовая работа	экзамен, курсовая работа
2	Системы формирования скорости движения рабочих инструментов МР по гладким пространственным траекториям.	ОПК-9, ОПК-11	знает	дискуссия	экзамен, вопросы 2-6 из перечня типовых вопросов
			умеет	лабораторная работа	экзамен, курсовая работа
			владеет	лабораторная работа	экзамен, курсовая работа
3	Разработка методов синтеза систем позиционно-силового и скоростного силового	ОПК-1, ОПК-9	знает	дискуссия (УО-4)	экзамен, вопросы 7-10 из перечня типовых вопросов
			умеет	практическая	экзамен

	управления многозвенными МР с различными кинематическими схемами.			работа	
			владеет	практическая работа	экзамен
4	Особенности автоматического выполнения технологических операций при обработке различных деталей с помощью многозвенных МР.	ОПК-9, ОПК-11	знает	дискуссия	экзамен, вопросы 11-13 из перечня типовых вопросов
			умеет	лабораторная работа, собеседование	экзамен
			владеет	лабораторная работа, собеседование	экзамен
5	Метод синтеза децентрализованных систем управления ПР.	ОПК-9, ОПК-11	знает	дискуссия	экзамен, вопросы 14-17 из перечня типовых вопросов
			умеет	практическая работа	экзамен
			владеет	практическая работа, лабораторная работа	экзамен
6	Методы автоматического формирования программных сигналов движения подводных роботов на основе нового принципа управления.	ОПК-9, ОПК-11	знает	дискуссия	экзамен, вопросы 18-20 из перечня типовых вопросов
			умеет	практическая работа	экзамен
			владеет	практическая работа, собеседование	экзамен
7	Методы стабилизации ПР в процессе выполнения манипуляционных операций.	ОПК-9, ОПК-11	знает	дискуссия	экзамен, вопросы 21-23 из перечня типовых вопросов
			умеет	практическая работа	экзамен
			владеет	практическая работа, собеседование	экзамен

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта

деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

11. Филаретов В.Ф. Линейная теория автоматического управления / В.Ф. Филаретов. – Владивосток: ДВГТУ, 2010. – 116 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:381426&theme=FEFU>

2. Введение в подводную робототехнику: учебное пособие для технических специальностей вузов / Ю. К. Алексеев. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2008. – 296 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:382822&theme=FEFU>

3. Юревич Е.И. Основы робототехники: учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2010. - 359 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:686006&theme=FEFU>

4. Коновалов Б.И., Лебедев Ю. М. Теория автоматического управления. СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 224 с.
<http://e.lanbook.com/view/book/538/page1/>

5. Певзлер Л.Д. Теория систем управления. СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 424 с. <http://e.lanbook.com/view/book/38841/page2/>

6. Предко М. Устройства управления роботами. – М. ДМК Пресс, 2010. – 404 с. <http://e.lanbook.com/view/book/40006/>

7. Управление техническими системами. Е.Б. Бунько, К.И. Меша, Е.Г. Мурачев и др.; Под ред. В.И. Харитонов. - М.: Форум, 2010. - 384 с.
<http://znanium.com/bookread.php?book=188363>

8. Конюх В.Л. Основы робототехники: учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. - 282 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:381615&theme=FEFU>

9. Захватные устройства промышленных роботов и манипуляторов: Учебное пособие / А.А.Москвичев, А.Р.Кварталов, Б.В.Устинов - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015 - 176 с.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=483005>

11. Проектирование автоматизированных систем производства: Учебное пособие / В.Л. Конюх. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 312 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=449810>

Дополнительная литература
(печатные и электронные издания)

1 Востриков А.С., Французова Г.А. Теория автоматического регулирования: учеб. пособие для вузов. – Москва: Высшая школа, 2004.– 365 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:7844&theme=FEFU>

2. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. – СПб.: Профессия, 2004. – 749 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:235744&theme=FEFU>

3. Теория автоматического управления: Учебник для вузов в 2-х томах / Под ред. акад. А.А.Воронова. М.: Высшая школа, 1986. – 383 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:670069&theme=FEFU>

4. Попов Е.П. Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления: Учеб. пособие для студентов вузов. М.: Наука, 1979. – 255 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:411292&theme=FEFU>

5. Солодовников В.В., Плотников В.Н., Яковлев А.В. Основы теории и элементы систем автоматического регулирования: Учебное пособие для вузов. М.: Машиностроение, 1985. – 535 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:669807&theme=FEFU> 1 экз

6. Юревич Е.И. Основы проектирования техники: Учебное пособие. - СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2012. - 134 с. <http://window.edu.ru/resource/926/69926>

7. Поляков К.Ю. Основы теории цифровых систем управления: Учебное пособие. - СПб.: СПбГМТУ, 2006. - 161 с. <http://window.edu.ru/resource/527/58527>

8. Заболотнов Ю.М. Оптимальное управление непрерывными динамическими системами: Учебное пособие. - Самара: Самар. гос. аэрокосмический ун-т, 2005. - 129 с. <http://window.edu.ru/resource/944/46944>

9. Громов Ю.Ю., Земской Н.А., Лагутин А.В., Иванова О.Г., Тютюнник В.М. Специальные разделы теории управления. Оптимальное управление динамическими системами: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2007. <http://window.edu.ru/resource/880/56880>

10. Зацепин М.Ф., Мартыненко Ю.Г., Тиньков Д.В. Уравнения Лагранжа, Воронца, Чаплыгина в задачах динамики мобильных роботов: Методическое пособие. - М.: Издательство МЭИ, 2005. - 32 с. <http://window.edu.ru/resource/221/55221>

11. Букреев В.Г. Математическое обеспечение адаптивных систем управления электромеханическими объектами: Учебное пособие. - Томск: Изд-во ТПУ, 2002. - 132 с. <http://window.edu.ru/resource/943/73943>

12. Филаретов В.Ф. Устройства и системы управления подводных роботов / В.Ф. Филаретов, А.В. Лебедев, Д.А. Юхимец - М.: Наука, 2005.- 270с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:234733&theme=FEFU>

14. Филаретов В.Ф. Системы управления подводными роботами / В.Ф. Филаретов, Ю.К. Алексеев, А.В. Лебедев - М.: «Круглый год», 2001.- 288 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:17748&theme=FEFU>

15. Андриевский Б.Р., Фрадков А.Л. Избранные главы теории автоматического управления с примерами на языке MATLAB. СПб.: Наука, 1999. – 467 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:9022&theme=FEFU>

16. Зенкевич С.Л., Ющенко А.С. Основы управления манипуляционными роботами. – М.: Издательство МГТУ им. Баумана, 2000. – 399 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:14696&theme=FEFU>

17. Шахинпур М. Курс робототехники. – М.: Мир, 1990.- 527 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:671471&theme=FEFU>

18. Хорн Б.П. Зрение роботов. –Москва: Мир, 1989.– 488 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:671603&theme=FEFU>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система Лань <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система Znanium.com <http://znanium.com/>
3. Электронно-библиотечная система IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/>
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Программное обеспечение, доступное студентам для выполнения задания по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы:

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс кафедры приборостроения, Ауд. Е628, 21	<ul style="list-style-type: none"> – Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов; – 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; – ABBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов; – Elcut 6.3 Student - программа для проведения инженерного анализа и двумерного моделирования методом конечных элементов (МКЭ); – Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; – AutoCAD Electrical 2015 Language Pack – English - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; – MATLAB R2016a - пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений и одноимённый язык программирования, используемый в этом пакете

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Успешное освоение дисциплины достигается за счет следующих обязательных мероприятий:

- учебные занятия;
- самостоятельная работа;
- промежуточная аттестация.

Учебные занятия

В рамках реализации учебной дисциплины «Системы управления роботами» предусмотрены учебные занятия: лекции, практические занятия и лабораторные работы. Посещение учебных занятий является необходимым для успешного освоения дисциплины.

На учебных занятиях студенту необходимо вести конспект в любой удобной для него форме. Рекомендуется вести конспект лекций. Ведение конспекта преподавателем не контролируется, однако, полный конспект, записанный аккуратно и разборчиво, позволит упростить организацию самостоятельной работы.

На практических занятиях студенту необходимо выполнить задание в соответствии с вариантом. На лабораторных работах студенту необходимо

выполнить задание в соответствии с вариантом и оформить отчет согласно предъявляемым к оформлению требованиям.

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа организована следующим образом:

- изучение теоретического материала,
- выполнение курсовой работы,
- подготовка к экзамену.

Первым этапом изучения отдельных тем дисциплины является изучение теоретического материала по конспектам лекций и учебной литературе.

К каждому практическому занятию студент должен изучить соответствующий раздел теоретического материала, знать основные положения, формулы, утверждения.

В разделе V настоящей рабочей учебной программы приведен перечень учебников и учебных пособий, рекомендуемых для изучения студентами в рамках самостоятельной работы. В блоке «Основная литература» отмечены те издания, изучение которых является достаточным для успешного освоения дисциплины, это, как правило, учебные пособия, адаптированные для современного студенчества либо учебные пособия. Некоторые издания из перечня являются взаимозаменяемыми. Изучение литературы из блока «Дополнительная литература» является факультативным, может помочь получить более глубокие теоретические знания в области технической диагностики.

Изучение дисциплины рекомендуется проводить поэтапно: рассматривая поочередно логически завершенные разделы курса, как правило, в литературе – это отдельные главы или параграфы.

При работе с конспектом и литературой важно начать с базовой теоретической подготовки, внимательно и вдумчиво изучив основные понятия рассматриваемого раздела. Далее необходимо рассмотреть решение типовых задач, рассмотренных на практических занятиях и приведенных в задачниках.

Промежуточная аттестация

Подготовка к промежуточной аттестации осуществляется в форме самостоятельной работы, описанной в предыдущем разделе, но затрагивает весь материал учебного семестра. При подготовке к экзамену следует обратить внимание на качественную сторону каждой темы, а не на ее формально-математическое содержание. При необходимости такое содержание может быть подсказано преподавателем, задача студента –

качественно объяснить его, дать все необходимые пояснения, привести примеры.

Требования к представлению и оформлению результатов работы

Изложение выполненного задания должно быть сжатым, ясным и сопровождаться цифровыми данными и рисунками, если требуется.

Материал в отчетах по лабораторным работам и курсовой работе представляется в следующей последовательности:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- материал по теме индивидуального задания;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Материалы должны быть изложены последовательно, лаконично, логически связаны. Отчет по заданию выполняется на компьютере на одной стороне листа формата А4.

Основная часть и приложения нумеруются сплошной нумерацией. Титульный лист не нумеруется. На следующем листе ставится номер «2». Номер проставляется арабскими цифрами в нижнем правом углу страницы.

Допускается использование цветных рисунков, схем и диаграмм.

Текст оформляется в соответствии с требованиями делопроизводства, печатается через 1,5 интервала. Сверху страницы делается отступ 20 мм, слева – 25 мм, справа – 15 мм, снизу – 20 мм. Абзацные отступы должны быть равны 5 знакам.

Текст должен быть разделен на разделы и подразделы (заголовки 1-го и 2-го уровней), в случае необходимости – пункты, подпункты (заголовки 3-го и 4-го уровней). Заголовки должны быть сформулированы кратко. Все заголовки иерархически нумеруются.

Основной текст следует набирать шрифтом Times New Roman с обычным начертанием. Заголовки 1-го и 2-го уровней следует набирать с полужирным начертанием, заголовки 3-го и 4-го уровней – обычным. Названия рисунков и таблиц рекомендуется набирать 12 шрифтом с полужирным начертанием.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения исследований, связанных с выполнением задания по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ:

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
Компьютерный класс, Ауд. Е628	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек.
Мультимедийная аудитория	проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avertision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS)

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	2 неделя	Подготовка к практическому заданию 1	3 час.	Выполнение задания
2	3 неделя	Подготовка к лабораторной работе 1	3 час.	УО, проверка полученных результатов
3	4 неделя	Подготовка к практическому заданию 2	3 час.	Выполнение задания

4	10 неделя	Подготовка к практическому заданию 3	3 час.	Выполнение задания
5	12 неделя	Подготовка к практическому заданию 4	3 час.	Выполнение задания
6	13 неделя	Подготовка к лабораторной работе 2	3 час.	УО, проверка полученных результатов
7	15 неделя	Подготовка к практическому заданию 5	3 час.	Выполнение задания
8	16 неделя	Подготовка к практическому заданию 6	3 час.	Выполнение задания
9	17 неделя	Сдача курсовой работы	5 час.	Защита работы
	сессия	Подготовка к экзамену	7 час.	экзамен

УО – устный опрос

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов представлена в виде:

- подготовка к выполнению практических заданий и лабораторных работ и оформление отчета;
- ответы на вопросы для проверки усвоения материала;
- выполнение курсовой работы;
- подготовки к экзамену.

Требования к работе с текстом

Существенной ошибкой студентов в процессе подготовки при работе с учебной литературой является полное медленное чтение без анализа текста. Такой режим чтения литературы малоэффективен, поскольку читатель не концентрирует свое внимание на основных частях текста, не выделяет теоретические положения и основные факты, не анализирует систему доказательств автора, логику его изложения. При таком чтении не происходит совершенствования основных интеллектуальных операций, а информация запоминается с трудом, после неоднократных повторений, и воспроизводится в дальнейшем не оперативно, с пропусками и искажениями.

Важнейшим условием рациональной организации работы с книгой является умение четко сформулировать цели и выбрать оптимальный способ чтения. При этом следует помнить о двух основных целях работы с научной литературой:

- приобретение необходимой информации;
- развитие своих способностей, прежде всего, логической памяти, мышления, внимания.

Оптимизация чтения должна осуществляться путем организации и согласования четырех уровней процесса понимания: прагматического, синтаксического, семантического и онтологического.

Прагматический уровень – рассмотрение чтения в плане установок и отношений к самому процессу и осознания собственных психических состояний, вызываемых текстом. Чтение – это труд и творчество. Данный уровень дает возможность читателю ответить на вопрос для каких целей я это читаю, насколько это полезно и необходимо для меня, что это мне дает?

Синтаксический уровень предполагает расширение символического и словарного запаса, позволяет увеличить мощность и емкость знакового блока внутренней модели мира, формирует способы соотнесения и перехода от одной знаковой системы к другой. Другими словами данный уровень чтения способствует сознательно или неосознанно развитию у читателя ряда способностей, формируя при этом методологические и гносеологические основы.

Семантический уровень предполагает чтение по выявлению смысла на макро и микро уровне, то есть как отдельных частей текста, так и всего текста в целом. Он позволяет выявить логику и сущностные характеристики его. Важной чертой данного уровня является возможность читателя выделить смысл для себя.

Онтологический уровень чтения включает анализ целей и его места среди других видов деятельности. Он формирует умения ориентировать и регулировать текущее и перспективное чтение, отбирать материалы для чтения, регулировать и организовывать каждый из четырех уровней. И в целом он помогает свободно ориентироваться в огромном потоке информации.

Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению

В качестве самостоятельной работы студентом выполняется курсовая работа которая включает моделирование системы автоматического управления двигателем постоянного тока с широтно-импульсным регулированием напряжения якорной цепи. Задание является типовым, меняются только задающие воздействия, а также параметры двигателя и широтно-импульсного регулятора напряжения.

Требования к представлению и оформлению результатов

самостоятельной работы

Изложение выполненного задания должно быть сжатым, ясным и сопровождаться цифровыми данными и рисунками, если требуется.

Материал курсовой работы представляется в следующей последовательности:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- материал по теме индивидуального задания;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Материалы должны быть изложены последовательно, лаконично, логически связаны. Отчет по заданию выполняется на компьютере на одной стороне листа формата А4.

Основная часть и приложения нумеруются сплошной нумерацией. Титульный лист не нумеруется. На следующем листе ставится номер «2». Номер проставляется арабскими цифрами в нижнем правом углу страницы.

Допускается использование цветных рисунков, схем и диаграмм.

Текст оформляется в соответствии с требованиями делопроизводства, печатается через 1,5 интервала. Сверху страницы делается отступ 20 мм, слева – 25 мм, справа – 15 мм, снизу – 20 мм. Абзацные отступы должны быть равны 5 знакам.

Текст должен быть разделен на разделы и подразделы (заголовки 1-го и 2-го уровней), в случае необходимости – пункты, подпункты (заголовки 3-го и 4-го уровней). Заголовки должны быть сформулированы кратко. Все заголовки иерархически нумеруются.

Основной текст следует набирать шрифтом Times New Roman с обычным начертанием. Заголовки 1-го и 2-го уровней следует набирать с полужирным начертанием, заголовки 3-го и 4-го уровней – обычным. Названия рисунков и таблиц рекомендуется набирать 12 шрифтом с полужирным начертанием.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

1. 10-9 баллов выставляется студенту, если студент выполнил все пункты задания. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

2. 8-7 баллов: работа выполнена полностью; допущено одна-две ошибки в оформлении работы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

3. 7-6 балл: работа выполнена полностью; допущено не более 2 ошибок при оформлении работы. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.

4. 6-5 баллов: работа выполнена; допущено три или более трех ошибок в оформлении работы. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.

Тема курсовых работ

Разработка высокоточной и высокоскоростной системы управления МР, выполняющим различные технологические операции.

В ходе курсовой работы студенты должны спроектировать, реализовать и исследовать систему управления МР, обеспечивающую высокоточное и высокоскоростное выполнение различных технологических операций.

Паспорт ФОС

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции выпускник	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Общепрофессиональные навыки	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Представляет современную естественнонаучную картину мира ОПК-1.2 Применяет общеинженерные знания и методы в профессиональной деятельности
	ОПК-9 Способен разрабатывать и осваивать новое технологическое оборудование	ОПК-9.1 Разрабатывает и внедряет новое технологическое оборудование
	ОПК-11 Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных	ОПК-11.1 Разрабатывает алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем в соответствии с техническим заданием ОПК-11.2 Применяет алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и

	исполнительных и управляющих устройств, средств автоматизации, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем	проектирования робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматизации, измерительной и вычислительной техники
--	---	--

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Системы управления роботами» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану ОС ВО ДВФУ видом промежуточной аттестации по дисциплине «Системы управления роботами» предусмотрен «экзамен».

Вопросы к экзамену.

1. Определение и исследование динамических свойств и характеристик МР.
2. Синтез самонастраивающихся корректирующих устройств для управления электроприводами различных МР.
3. Обзор существующих подходов к формированию скоростей движения МР.
4. Разработка метода управления скоростью движения простейшего манипулятора с настройкой по амплитудно-частотным характеристикам.
5. Синтез адаптивных систем управления скоростями вращения электроприводов МР с использованием АЧХ.
6. Синтез адаптивной системы формирования предельно высокой скорости движения многозвенных МР по произвольным траекториям с учетом ограничений по напряжениям и токам в их электроприводах.
7. Системы автоматического управления скоростью движения схвата МР по сложным пространственным траекториям на основе информации о текущей точности этого движения.
8. Анализ подходов и методов синтеза позиционно-силовых систем управления.

9. Особенности синтеза комбинированных позиционно-силовых систем управления МР.
10. Синтез комбинированных позиционно-силовых систем управления многозвенными МР.
11. Синтез системы управления манипуляторами типа SCARA, используемых при обработке боковых поверхностей заготовок произвольной формы.
12. Построение трехмерных моделей обрабатываемых деталей с помощью систем технического зрения.
13. Методы совмещения пространственных моделей деталей с их САД-моделями.
14. Построение траекторий движения рабочих инструментов многозвенных МР в процессе обработки закрепленных деталей.
15. Математическая модели ПР. Математическая модель движителей. Декомпозированная модель пространственного движения ПР.
16. Синтез локальной подсистемы управления движителями.
17. Синтез адаптивных систем с переменной структурой для управления скоростью движения ПР.
18. Синтез контура управления пространственным положением и ориентацией ПР.
19. Описание особенностей движения ПР по заданным пространственным траекториям.
20. Метод автоматического формирования программной скорости движения ПР.
21. Метод автоматической коррекции программной траектории движения.
22. Особенности определения воздействий со стороны водной среды на движущийся в ней МР.
23. Синтез комбинированной автоматической системы стабилизации ПР в заданной точке пространства.
24. Системы автоматического управления режимами движения рабочих органов подводных МР.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям <i>Дописать оценку в соответствии с компетенциями. Привязать к дисциплине</i>
--------------------------------------	---	--

	<i>«зачтено»/ «отлично»</i>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
	<i>«зачтено»/ «хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
	<i>«зачтено»/ «удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
	<i>«не зачтено»/ «неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Моделирование и экспериментальные исследования мехатронных систем» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Моделирование и экспериментальные исследования мехатронных систем» проводится по результатам выполнения практических заданий, защиты лабораторных работ, выполнения и защиты курсовой работы, участию в дискуссии, а также конспекту и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

– учебная дисциплина (активность на занятиях, посещаемость всех занятий по аттестуемой дисциплине);

- степень усвоения знаний;
- результаты самостоятельной работы.

Каждому объекту оценивания присваивается конкретный балл. Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине и внесения данных в рейтинговую систему. По окончании семестра студент набирает определенное количество баллов, которые переводятся в пятибалльную систему оценки.